

Ydinturvallisuus

Neljännesvuosiraportti 3/2010

Erja Kainulainen (toim.)

Ydinturvallisuus

Neljännesvuosiraportti 3/2010

Erja Kainulainen (toim.)

ISBN 978-952-478-589-1 (nid.) Edita Prima Oy, Helsinki 2011
ISBN 978-952-478-590-7 (pdf)
ISBN 978-952-478-591-4 (html)
ISSN 0781-1713

KAINULAINEN Erja (toim.). Ydinturvallisuus. Neljännesvuosiraportti 3/2010. STUK-B 126. Helsinki 2011. 15 s. + liitteet 2 s.

Avainsanat: painevesireaktori, kiehutusvesireaktori, ydinvoimalaitosten käyttökokemukset

Tiivistelmä

Raportissa kerrotaan Suomen ydinvoimalaitosten käytöstä ja turvallisuuteen vaikuttaneista tapahtumista voimalaitoksilla sekä kuvataan Olkiluoto 3 -ydinvoimalaitoshankkeeseen sekä ydinjätehuoltoon kohdistuneita STUKin valvontatoimia vuoden 2010 kolmannella neljänneksellä.

Loviisa 1:n vuosihuolto ja Loviisa 2:n vuosihuollosta pääosa tehtiin vuosineljänneksen aikana. Olkiluodon molemmat laitosyksiköt olivat tuotantokäytössä koko vuosineljänneksen. Laitosyksiköillä vuosineljänneksen aikana sattuneilla tapahtumilla ei ollut merkitystä ydin- eikä säteilyturvallisuuden kannalta.

Olkiluoto 3:n rakennustyömaalla laitostoimittaja aloitti reaktorin suojarakennuksen esijännitystyöt. Primääripiirin päälaitteiden asentaminen jatkui pääkiertopumppujen pesien ja pääkiertoputkien asentamisella. Ensimmäinen pääkiertopiirin putkiston ja reaktorin välinen hitsaus tehtiin heinäkuussa. Primääripiirin putkistojen lopputarkastusten yhteydessä havaittiin putkistojen taivutetuissa osissa näyttämiä, joita ei ollut havaittu aiempien tarkastusvaiheiden yhteydessä. Putkien pinnalla olevat näyttämät olivat noin millimetrin syvyisiä ja ne voitiin poistaa hiomalla. TVO pyysi STUKilta lupaa toimittaa turbiinilaitosta ohjaava automaatio. TVO toimitti STUKin edellyttämän selvityksen automaatiojärjestelmien testauksesta sekä alustavat analyysit reaktori- ja turbiinilaitoksen automaatiojärjestelmien riippumattomuudesta. STUK totesi, että selvitykset ovat riittäviä turbiinilaitoksen automaatiojärjestelmien toimittamiseksi laitospaikalle.

Ydinjätehuollon valvonnassa tärkeimmät kohteet ovat käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen valmistelu sekä ydinvoimalaitoksilla syntyvien matala- ja keskiaktiivisten jätteiden huolto. Olkiluodon maanalaisen tutkimustilan, Onkalon, rakentaminen jatkui ja tunneli saavutti 4420 m pituuden ja eteni 422 metrin syvyydelle. STUK valvoi tutkimustilan rakentamista sekä ydinpolttoaineen loppusijoituksen valmistelua tarkastuksin sekä tekemällä turvallisuusarviointeja kansainvälisten asiantuntijoiden tukemana. STUK sai valmiiksi käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituslaitoksen alustavan rakentamislupahakemuksen tarkastuksen ja antoi TEM:lle lausunnot hakemuksen valmistelutilanteesta sekä Posivan suunnitellusta tutkimus-, kehitys- ja suunnittelutyöstä.

Sisällysluettelo

TIIVISTELMÄ	3
1 JOHDANTO	5
2 SUOMEN YDINVOIMALAITOKSET	6
2.1 Loviisa 1 ja 2	6
2.1.1 Käyttö ja käyttötapaukset	6
2.2 Olkiluoto 1 ja 2	10
2.2.1 Käyttö ja käyttötapaukset	10
2.3 Olkiluoto 3	11
3 YDINJÄTEHUOLTO	13
3.1 Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitus	13
3.2 Voimalaitosjätehuolto	14
LIITE 1 YLEISTIEDOT SUOMEN YDINVOIMALAITOKSISTA	16
LIITE 2 INES-ASTEIKKO	17

1 Johdanto

STUK raportoi neljännesvuosittain Suomen ydinvoimalaitosten käytöstä, tapahtumista voimalaitoksilla sekä ydinvoimalaitoksiin tehdyistä turvallisuutta parantavista muutoksista. Raportissa kerrotaan myös valvontatoimenpiteistä, joita STUK on kohdistanut Olkiluotoon rakenteilla olevaan ydinvoimalaitokseen, käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoituksen tutkimiseen tarkoitetun maanalaisen tutkimustilan rakentamiseen ja ydinjätehuoltoon. Tarpeen mukaan raportissa kuvataan

turvallisuuden kannalta merkittäviä ydinalan tapahtumia ja toimintoja sekä raportoidaan muiden maiden merkittävistä ydinturvallisuuteen vaikuttaneista tapahtumista.

Raportti perustuu STUKin valvontatoiminnassaan saamiin tietoihin ja tekemiin havaintoihin. Tapahtumien turvallisuusmerkityksen kuvaamisessa käytetään ydinlaitostapahtumien kansainvälistä INES-asteikkoa (International Nuclear Event Scale).

2 Suomen ydinvoimalaitokset

2.1 Loviisa 1 ja 2

2.1.1 Käyttö ja käyttötapaukset

Loviisa 1:n vuosihuolto ja Loviisa 2:n vuosihuollosta pääosa tehtiin vuosineljänneksen aikana. Vuosihuolloista johtuen Loviisa 1:n energiakäyttökerroin vuosineljänneksellä oli 67,7 % ja Loviisa 2:n 66,8 %. Energiakäyttökerroin kuvaa tuotetun sähköenergian suhdetta energiaan, joka olisi voitu tuottaa, jos laitossyksikkö olisi toiminut koko tarkasteluajan nimellisteholla. Laitossyksiköiden reaktoreiden suurin sallittu lämpöteho on määritelty laitossyksiköiden käyttöluvuissa. Sähköntuotantoa kuvaavat diagrammit ja tehonalennusten syyt esitetään kuvissa 1 ja 2.

Loviisa 1:n vuosihuolto

Loviisa 1:n vuosihuolto oli lyhyt huoltoseisokki. Laitossyksikkö ajettiin alas vuosihuoltoon 8.8.2010 ja kytkettiin takaisin valtakunnan verkkoon 2.9.2010.

Huoltoseisokin pääpaino oli polttoaineen vaihdossa ja reaktorin purku- ja kokoonpanotoissa. Turvallisuuden kannalta merkittäviä töitä olivat reaktoripainesäiliön päälaippatason tiivisteurien kunnostus ja yhden varavoiomadieselgeneraattorin 17-vuotishuolto, jossa generaattorin moottori vaihdettiin perushuollettuun.

Loviisa 1:n primääripiirin vedessä havaittiin lokakuussa 2009 lievästi kohonneita aktiivisuuspitoisuuksia, jotka viittasivat polttoainevuotoon. Vuotoepäilyn vuoksi kaikki reaktorissa olevat polttoaineniput tarkastettiin. Vuoto paikannettiin yhteen polttoainenippuun, joka poistettiin reaktorista ja siirrettiin säilytettäväksi polttoainealtaaseen.

Käyttäjäksi tehtyjen turvallisuusanalyysien perusteella voimayhtiö totesi tarpeen muuttaa matalapaineisen hätäjähdytysjärjestelmän painehäätavesisäiliöiden toimintaa. Muutoksella estetään vesisäiliöissä olevan typen joutuminen reaktoriin,

jotta lämmönsiirto reaktorista voidaan tarvetilanteessa toteuttaa luotettavasti. Muutokset kohdistuivat painehäätavesisäiliöihin liittyvän typpilinjan kuristimiin, hätätilanneohjeistoon sekä säiliöiden pinnankorkeuteen ja järjestelmän Turvallisuusteknisiin käyttöehtoihin (TTKE). STUK hyväksyi muutokset ennen niiden toteuttamista laitoksella.

Matalapaineisen hätäjähdytysjärjestelmän pumppujen laakeripesien akselitiivistykseen ja lisäöljysäiliön rakenteeseen tehtiin seisokissa muutoksia käyttäjäksi havaittujen pumppujen laakerirakenteen pienten öljyvotojen johdosta. Näillä muutostöillä varmistetaan pitkäkestoisessa tarvetilanteessa pumpun laakereiden öljyvoitelu.

Laitoksen automaatiojärjestelmien uusimiseksi on meneillään projekti. Uusinnat toteutetaan osissa vuosihuoltojen yhteydessä. Loviisa 1:llä kytkettiin sydämen ulostulolämpötilamittaukset edellisenä vuonna asennettuun reaktorin sydämen sisäpuolisen mittausten järjestelmään sekä korjattiin uusien järjestelmien ohjelmistoja edellisellä käyttäjäksi havaittujen virheiden johdosta.

Osana laitoksen ikääntymisen hallintaa voimayhtiö vaihtoi turvallisuuden kannalta tärkeissä sähköjärjestelmissä olevia 6 kV:n katkaisijoita. Höyrystintilan sähkölaitteiden kaapeleita uusittiin ennakko-ohjelman mukaisesti.

Loviisa 1:n vuosihuollossa ei tapahtunut laitossyksikön ympäristön tai sen työntekijöiden turvallisuuden kannalta merkittäviä tapahtumia.

Loviisa 2:n vuosihuolto

Loviisa 2:n vuosihuolto oli kahdeksan vuoden välein tehtävä laaja huoltoseisokki. Seisokki alkoi 4.9.2010 ja päättyi 13.10.2010.

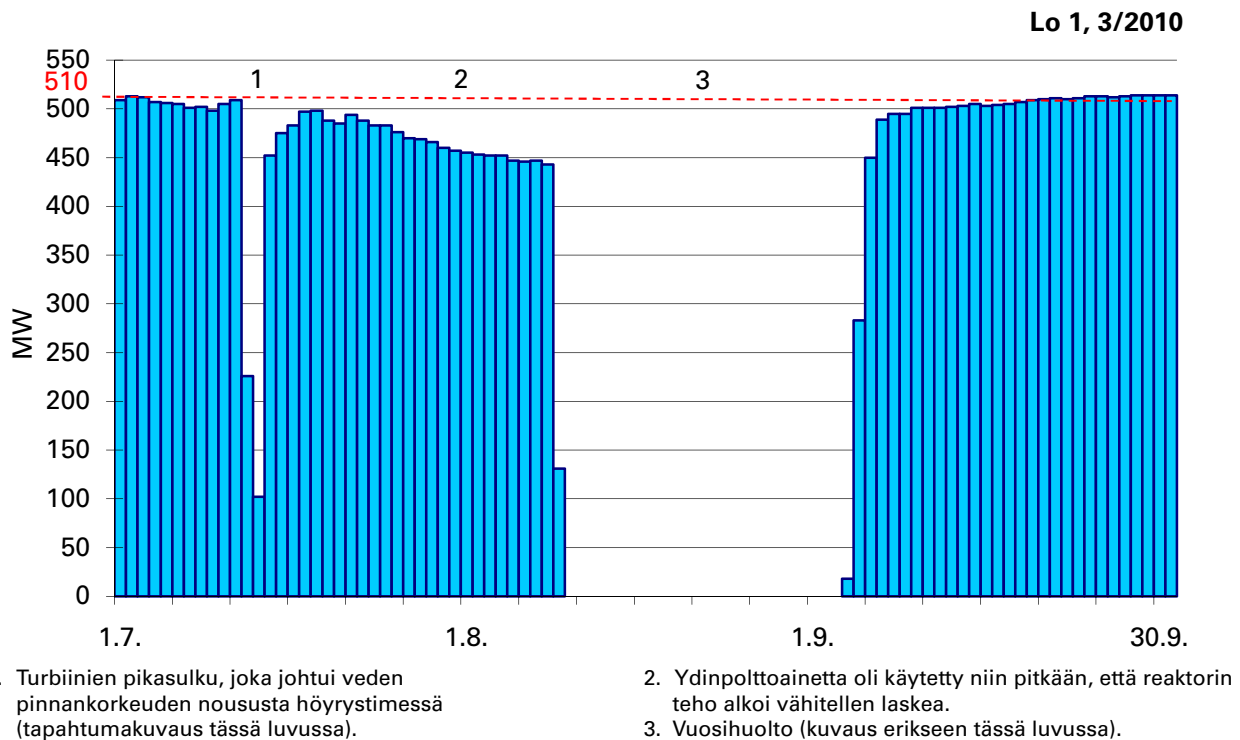
Vuosihuollossa tehtiin polttoaineen vaihdon lisäksi laajoja tarkastus-, korjaus- ja muutostöitä. Tarkastuksiin sisältyi painesäiliöiden ja putkistojen määräaikaistarkastukset. Reaktoripainesäiliön

ja reaktorin sisäosien tarkastusten ajaksi kaikki polttoaine siirrettiin reaktorista latausaltaaseen.

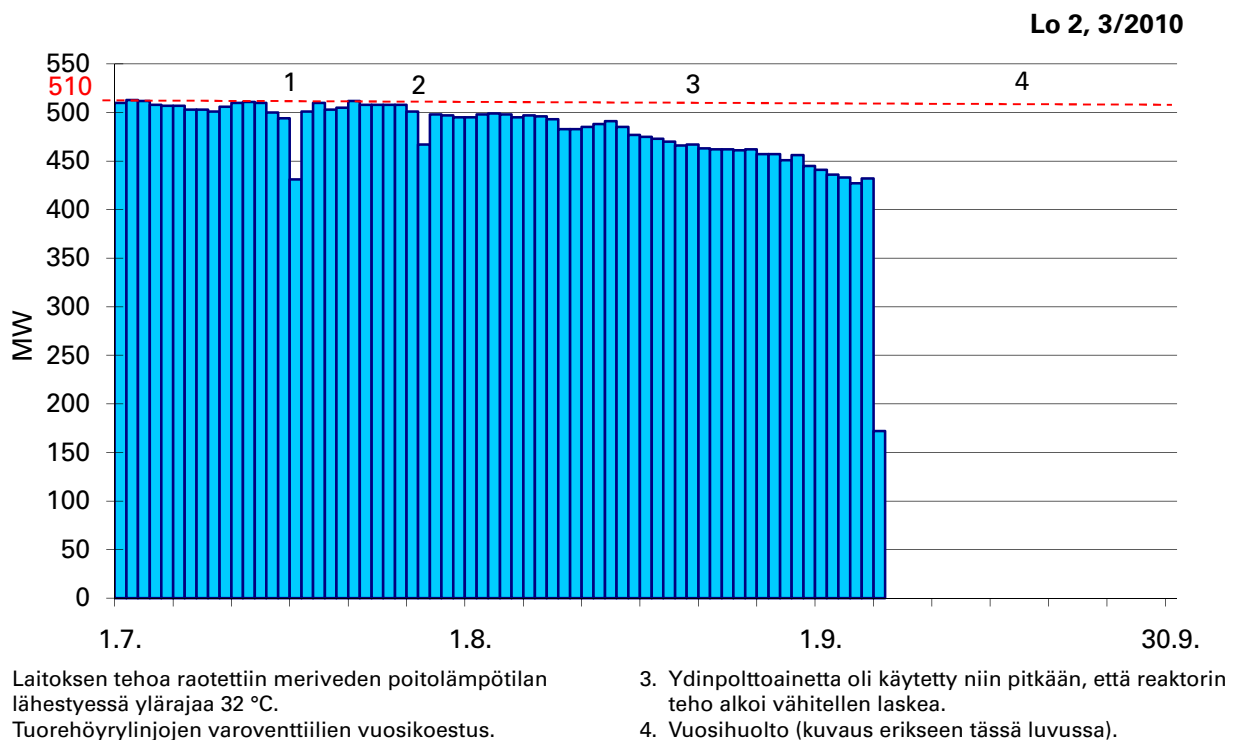
Meneillään olevan Loviisan automaatiouudistuksen osana asennettiin reaktorin sydämen sisäpuolisen mittausten järjestelmä ja kytkettiin siihen kaikki suunnitellut mittaukset sekä korjat-

tiin uusien järjestelmien ohjelmistoja edellisellä käyttöjaksolla havaittujen virheiden johdosta.

Primääri- ja sekundääripiireille tehtiin kahdeksan vuoden välein tehtävät painekokeet, joissa piirien rakenteiden lujuus ja tiiviys koestettiin paineella, jonka suuruus oli 1,3-kertainen suunnit-



Kuva 1. Loviisa 1:n keskimääräinen vuorokautinen bruttosähköteho heinä-syyskuussa 2010.



Kuva 2. Loviisa 2:n keskimääräinen vuorokautinen bruttosähköteho heinä-syyskuussa 2010.

telupaine, ts. primääripiirillä 178 bar_{abs} ja sekundääripiirillä 73 bar_{abs}. Reaktorirakennuksen teräs-suojakuorelle tehtiin neljän vuoden välein tehtävä tiiviyskoe sen 1,7 bar_{abs} suunnittelupaineella.

Primääripiirin painekokeessa paineistimen ulospuhalluslinjassa oleva käsisulkuventtiili alkoi vuotaa karan viallisesta tiivisteestä kuumaa ja lievästi radioaktiivista vettä suojarakennuksen sisälle. Vuodon havaitsemisen jälkeen tarkastukseen osallistuneet henkilöt poistuivat suojarakennuksesta ja painekoe keskeytettiin. Vuodosta ei aiheutunut henkilövahinkoja eikä merkittävää päästöä suojarakennukseen tai sen ulkopuolelle. Paineekokeen aikana reaktorissa ei ollut polttoainetta. STUK hyväksyi voimayhtiön tekemän selvityksen tapahtumasta ja venttiilin korjausten jälkeen painekoe tehtiin hyväksytysti loppuun.

Primääripiirin laajoissa tarkastuksissa ei havaittu turvallisuuden kannalta merkittäviä vikoja. Reaktoripainesäiliön tarkastuksissa ei tullut esille hyväksymisrajan ylittäviä näyttämiä. Reaktoripainesäiliön kannen yhdessä hitsissä löytyi neljä ASME XI standardin ylittävää vikaa. Fortum analysoi viat ja toimitti niistä selvityksen STUKille hyväksyttäväksi. STUKin arvion mukaan hitsissä havaitut viat eivät vaaranna laitoksen turvallisuutta, mutta STUK edellytti vikojen uudelleentarkastusta seuraavassa vuosihuollossa vian kasvamisen arvioimiseksi. Säätosauvakoneistojen suojaputkien sisäpuolisissa tarkastuksissa löytyi yhdestä suojaputken hitsistä hyväksymisrajan ylittävä vika, jonka vuoksi suojaputki vaihdettiin varaosaputkeen.

Primääripiirin painekokeen valmistelussa löytyi primääriveden puhdistusjärjestelmän yhdestä venttiilistä kannen ja rungon laippaliitoksesta katkennut vaarnaruuvi. Katkeamisen syyksi todettiin ruuvin väärä materiaali, joka oli erityyppistä kuin on suunniteltu. Venttiilin liitos oli ollut käytössä tiivis, mutta katkennut vaarnaruuvi heikensi sen tiiveyden varmuutta. Havainnon johdosta varmistettiin muiden saman tyyppin venttiileiden vaarnaruuvien eheys ennen primääripiirin painekoetta tekemällä niille visuaalinen tarkastus ja kiristämällä ruuvit määrättyyn momenttiin. Paineekokeen jälkeen tarkastettiin näiden venttiilien vaarnaruuvien materiaalityyppi ja tällöin löytyi kolme vaarnaruuvia, joiden materiaali oli väärää tyyppiä. Virheelliset vaarnaruuvit vaihdettiin STUKin hyväksymiin varaosaruuveihin. Tapahtuman johdos-

ta Loviisa 1:llä tehdään vastaava vaarnaruuvien tarkastus vuosihuollossa 2011.

Laitoksen turvallisuutta parantaviin muutostöihin kuului matalapaineisen hätäjähdytysjärjestelmän ja suojarakennuksen ruiskutusjärjestelmän onnettomuustilanteessa käytettävien imusihtien muutostyö. Imusihtien tarkoituksena on varmistaa reaktorin jäähdytyksen toiminta estämällä onnettomuustilanteessa hätäjähdytysveeten joutuvien eristeiden ja muun materiaalin pääseminen jäähdytysjärjestelmiin ja reaktoriin. Analyysien ja kokeiden tuloksiin perustuen imusihteihin asennettiin nykyistä tiheämmät verkko-elementit, Vastaava muutostyö on tarkoitus tehdä Loviisa 1:lle viimeistään vuonna 2012.

Loviisa 1:n vuosihuollossa laitossyksiköllä tehtiin vastaavat muutokset kuin Loviisa 2:lla koskien matalapaineisen hätäjähdytysjärjestelmän painehätävesisäiliöitä ja järjestelmän pumppuja.

Vuosihuollon aikana toteutettiin muutostöitä, joilla varmistetaan sekundääripiirin turvatoimintoja valvomorakennuksessa tapahtuvassa korkeanenergisessä putkikatossa. Turvatoimintojen varmistamiseksi lisätään diversiteettiä sekä toimintoja toteuttavien laitteiden että toimintoja ohjaavan automaation ja mittauksen osalta. Tässä vuosihuollossa toteutetuilla muutoksilla pyritään suojaamaan turvatoimintoja toteuttavia laitteita ja mittauksia (höyryputkien hätätuennat ja suihkusuojat) ja varmistamaan höyrystimien käyttöä jälkilämmön poistamiseksi primääripiiristä (höyrytökin erotusventtiilin vaihto ja uudet jälkilämmönpoistojärjestelmän pumppujen minimikiertolinjat). Vastaavat muutokset toteutettiin Loviisa 1:llä vuonna 2008.

Merkittävä ja suuri perusparannustyö vuosihuollossa oli turvallisuusjärjestelmien jäähdytysketjun osana olevan sivumerivesipiirin molempien osajärjestelmien painepuolen putkistojen uusinta.

Sähköjärjestelmissä uusittiin dieselvarmennettujen kytkinlaitosten 6 kV:n alumiinikiskot aiempien vuosien tarkastuksissa havaittujen kiskojen rakenteesta johtuvien säröjen vuoksi. Lisäksi uusittiin turvallisuuden kannalta tärkeitä 6 kV:n ja 0,4 kV:n katkaisijoita.

Kun polttoainetta siirrettiin reaktoriin, yhden säätosauvan välitanko putosi siihen liitetävän polttoainejatkeen bajonettiliittimen päälle. Tapahtuman jälkeen välitanko tarkastettiin, eikä siinä havaittu vaurioita. Välitangon ja polttoai-

nejatkeen välisen liitoksen toiminta koestettiin ja todettiin normaaliksi. Putoamisen vaikutusta rakenteisiin analysoitiin ja todettiin, että putoamisen aiheuttamat muodonmuutokset itse välitangossa ja vastaavasti törmäyskohdassa ovat pieniä. Tapahtuma johtui välitangon puutteellisesta kiinnityksestä siirtotyökaluun. Tarkastuksessa nostotyökalu todettiin olevan käyttökunnossa. Kyseisen säätösauvan liikkumista seurattiin tehostetusti ylösajossa tehtävässä säätösauvojen koeajossa, eikä koeajossa todettu mitään poikkeavaa.

Loviisa 2:n vuosihuollossa ei tapahtunut laitoksen ympäristön tai sen työntekijöiden turvallisuuden kannalta merkittäviä tapahtumia.

Vuosihuoltojen säteilyannokset

Suurin osa ydinvoimalaitostyöntekijöiden säteilyannoksista kertyy voimalaitosten vuosihuoltojen aikana. Seisokin aikana työskennellään tiloissa, joiden säteilytasot voivat olla muuta valvontaluetta korkeampia. Lisäksi avataan järjestelmiä, joihin on kertynyt radioaktiivisia aineita voimalaitoksen käytön aikana.

Säteilyannokset eivät ylittäneet säännöstyössä asetettuja rajoja. Työntekijöiden yhteenlaskettu (kollektiivinen) säteilyannos oli Loviisa 1:llä 0,65 manSv ja Loviisa 2:lla 0,93 manSv vuoden 2010 vuosihuolloissa. Suurin henkilökohtainen säteilyannos oli Loviisa 1:llä 7,9 mSv ja Loviisa 2:lla 12,5 mSv. Koko vuosihuoltojen suurin säteilyannos oli 15,8 mSv.

Vuosihuoltojen pituus ja säteilysuojellisesti merkittävät työt vaikuttavat henkilöiden yhteenlasketun annoksen määrään sekä henkilöannosten suuruuteen. Loviisan vuoden 2010 vuosihuollot olivat ajallisesti pitkät ja tehtyjen töiden määrät

normaalia suuremmat. Suhteessa säteilysuojellisten töiden määrään vuosihuoltojen kollektiiviset säteilyannokset olivat käyttöhistorian matalimpia. Suurin henkilökohtainen säteilyannos oli viimevuotisia annoksia suurempi, mutta suhteessa pieni vuosihuoltolaajuuteen nähden.

Turbiinien pikasulkulaukaisu yhden höyrytimen korkeasta pinnasta ja tämän johdosta käsin tehty reaktoripikasulku Loviisa 1:lla

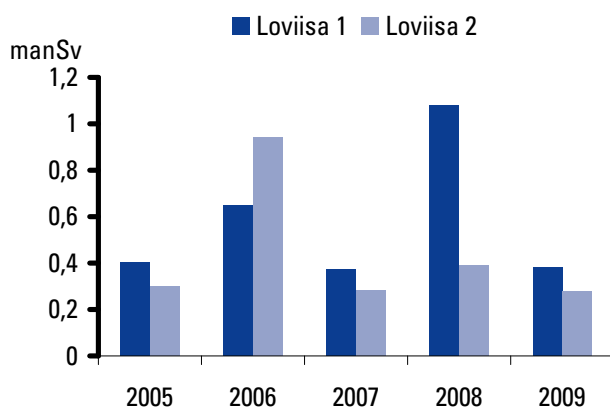
Loviisa 1:n ohjaajat pysäyttivät reaktorin laukaisemalla reaktoripikasulun 12.7.2010 höyrylinjan eristysventtiilin koestuksessa havaitun virhetilinnan ja sen jälkeen tapahtuneen turbiinipikasulun vuoksi. Tapahtumassa laitoksen suojausjärjestelmät toimivat suunnitellusti. Tapahtumalla ei ollut vaikutusta laitoksen tai sen ympäristön turvallisuuteen ja se luokiteltiin kansainvälisellä INES-asteikolla luokkaan 0.

Loviisa 1:llä on kuusi höyrytintä, joissa syntyy reaktorisydämen tuottaman lämpöenergian avulla höyryä. Höyry johdetaan edelleen höyrylinjojen kautta turbiineille. Kaikkien höyrytimien höyrylinjoissa on eristysventtiilit, joiden avulla höyryvirtaus yksittäisestä höyrytimestä turbiinille voidaan pysäyttää.

Yhden höyrylinjan eristysventtiilille tehtiin viikoittaista koestusta käyttökuntoisuuden varmistamiseksi, kun toisen höyrylinjan eristysventtiili sulkeutui virheellisesti. Valintakytkin, jolla koestettava eristysventtiili valitaan, oli jäänyt väli-asentoon ja sulkeutumiskäsäky lähti yhden sijasta kahdelle eristysventtiilille. Ohjaajat toimivat ohjeiden mukaisesti ja pysäyttivät vastaavan pääkiertopumpun, joka ylläpitää jäähdytteen virtausta reaktorista höyrytimeen. Pääkiertopumpun pysäyttäminen rajoitti samalla reaktorin tehoa.

Virheellisesti sulkeutunutta eristysventtiiliä ohjanneessa koestusventtiilissä ilmeni toimintahäiriö, jonka seurauksena sulkeutunut eristysventtiili avautui uudelleen. Veden pinnankorkeus nousi höyrytimestä ja johti automaattiseen turbiinien pikasulkuun, jonka jälkeen ohjaajat tekivät reaktoripikasulun.

Korjaavina toimenpiteinä koestusvalintakytkin sekä viallisen koestusventtiilin ohjausreleet ja automaattikkakortti vaihdettiin. Korjatut laitteet ja kaikki höyryeristysventtiilit koestettiin tämän jälkeen onnistuneesti.



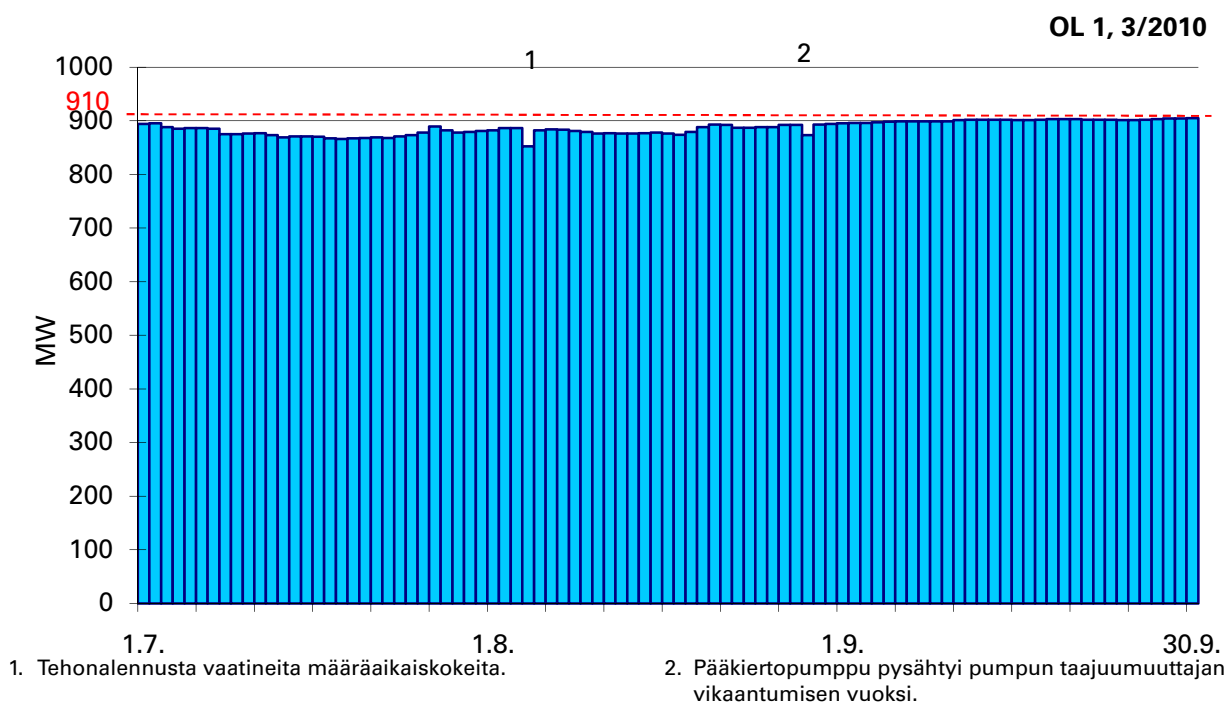
Kuva 3. Loviisan laitostyöntekijöiden vuosihuolloissa kertyneet työntekijöiden kollektiiviset säteilyannokset.

2.2 Olkiluoto 1 ja 2

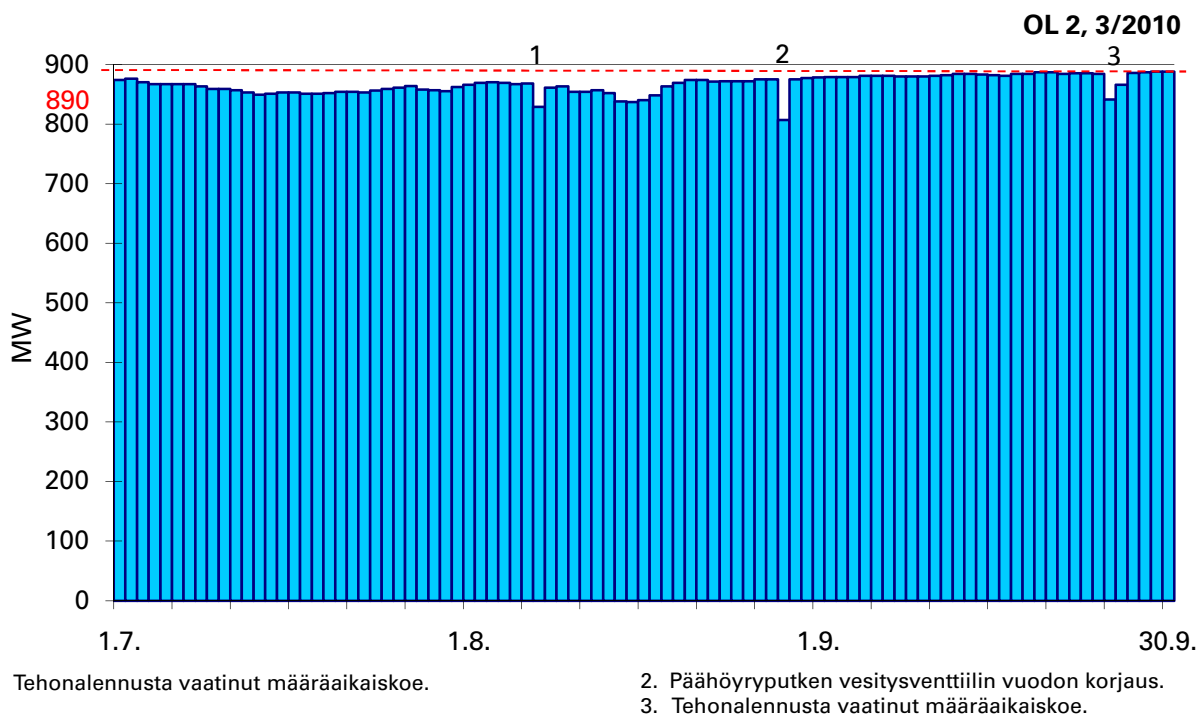
2.2.1 Käyttö ja käyttötahtumat

Olkiluoto 1:n energiakäyttökerroin vuosineljänneksellä oli 97,5 % ja Olkiluoto 2:n 97,4 %. Energiakäyttökerroin kuvaa tuotetun sähköenergian suhdetta energiaan, joka olisi voitu tuottaa, jos laitos-

yksikkö olisi toiminut koko tarkasteluajan nimellisteholla. Laitosyksiköiden reaktoreiden suurin sallittu lämpöteho on määritelty laitosyksiköiden käyttöluvuissa. Laitosyksiköiden sähköntuotantoa vuosineljänneksellä kuvaavat diagrammit ja tehonalennusten syyt esitetään kuvissa 4 ja 5



Kuva 4. Olkiluoto 1:n keskimääräinen vuorokautinen bruttosähköteho heinä–syyskuussa 2010.



Kuva 5. Olkiluoto 2:n keskimääräinen vuorokautinen bruttosähköteho heinä–syyskuussa 2010.

Virheellinen ylikytkentä Olkiluoto 2:n reaktorin suojausjärjestelmässä

Olkiluoto 2:lla yksi reaktorin suojausjärjestelmän neutronivuomittauksista oli virheellisesti toimintakunnon noin kahden viikon ajan elo-syyskuun vaihteessa. Mittaus ylikytkettiin pois käytöstä 25.8.2010 tehdyn määräaikauskokeen ajaksi, jota kokeesta aiheutuvat turhat hälytykset ja toiminnot estyisivät. Ylikytkentälenkkejä ei poistettu ohjeiden mukaisesti koestuksen jälkeen, vaikka työpapereihin se kuitattiin tehdyksi. Ylikytkentä havaittiin toisen määräaikauskokeen yhteydessä 7.9.2010 ja mittaus palautettiin toimintakuntoiseksi.

Kyseinen neutronivuomittaus on yksi monista reaktorin suojausjärjestelmän mittauksista. Suojausjärjestelmän tehtävänä on mm. käynnistää reaktorin turvalliseen sammuttamiseen tarvittavat suojaustoiminnot ja käynnistää lukitustoimintoja, jotka ovat tärkeitä laitoksen turvallisuuden kannalta. Näitä alle 8 %:n tehotasolla käytettäviä neutronivuomittauksia on neljä ja niitä tarvitaan reaktorin käynnistysvaiheessa. Mittausta ei tarvittu sen käyttökunnottomuusajana, koska laitoksen teho oli koko ajan yli 8 %. Suojaustoiminto olisi toiminut tarvetilanteessa, koska kolme muuta mittausta olivat käyttökunnossa ja kaksi mittausta riittää laukaisemaan suojauksen.

TVO tutkii tapahtuman syitä ja määrittää korjaavat toimenpiteet vastaavan tapahtuman estämiseksi. Tapahtuman INES-luokka on 0.

2.3 Olkiluoto 3

Vuoden 2010 kolmannella neljänneksellä STUK jatkoi Olkiluoto 3:n järjestelmien, laitteiden ja rakenteiden yksityiskohtaisten suunnitelmien tarkastamista sekä komponenttien valmistuksen ja laitoksen rakennus- ja asennustöiden valvontaa. STUK teki tarkastelujaksolla kaksi rakentamisen aikaisen tarkastusohjelman mukaista tarkastusta, jotka kohdentuivat TVO:n suorittamaan sähkölaitteiden asennusten valvontaan sekä TVO:n projektin organisaatioon, resursseihin ja osaamisen kehittämiseen.

Reaktorilaitoksen rakennustekniset työt ovat edenneet ja merkittävä osa rakennusten tiloista on valmiina laitteiden ja putkistojen asennuksia varten. Laitostoimittaja aloitti reaktorin suojarakennuksen esijännitustyöt, jotka etenivät tarkastelujaksolla suunnitelmien mukaisesti. STUK tar-

kasti valmiuden esijännitystöiden aloittamiseksi tai valvoi töiden etenemistä laitospaikalla. STUK jatkoi myös rakennuksiin liittyvien terästasojen suunnitteluaineistojen tarkastusta. Terästasot ovat osa rakennusteknisiä rakenteita, joihin kiinnitetään turvallisuuden kannalta tärkeitä laitteita ja putkistoja.

Mekaanisten laitteiden ja putkistojen sekä sähköjärjestelmien laitteiden ja kaapelien asennukset laitospaikalla jatkuivat. Primääripiirin päälaitteiden asentaminen jatkui pääkiertopumpujen pesien ja pääkiertoputkien asentamisella. Ensimmäinen pääkiertopiirin putkiston ja reaktorin välinen hitsaus tehtiin heinäkuussa. STUK valvoi pääkomponenttien ja putkistojen asennusta ja hitsaustöitä laitospaikalla sekä teki putkistoasennusten tarkastuksia.

Primääripiirin putkistojen putkistovalmistajalla tehtävien lopputarkastusten yhteydessä laitostoimittaja havaitsi putkistojen taivutetuissa osissa indikaatioita, joita ei ollut havaittu aiempien tarkastusvaiheiden yhteydessä. Putkien pinnalla olevat indikaatiot olivat noin millimetrin syvyisiä ja ne voitiin poistaa hiomalla putkien pintaa kevyesti. Hionnan jälkeen putkien pinnat tarkastettiin uudelleen eikä indikaatioita enää ilmennyt. Vastaavat toimenpiteet tehtiin myös niille primääripiirin putkille, jotka oli toimitettu jo aiemmin laitospaikalle. Laitostoimittaja selvittää indikaatioiden syntymisen syitä.

STUK jatkoi laitoksen yksityiskohtaisen suunnittelun tarkastusta prosessi-, sähkö- ja automaatiojärjestelmien sekä laitteiden ja rakenteiden rakennesuunnitelmien osalta. TVO pyysi STUKilta lupaa toimittaa turbiinilaitosta ohjaava automaatio laitospaikalle. STUK oli aiemmin edellyttänyt turbiini- ja reaktorilaitoksen automaatiojärjestelmien riippumattomuuden osoittamista ennen turbiinilaitoksella tehtäviä asennuksia. STUK edellytti, että TVO kuvaa eri automaatiojärjestelmien testausmenettelyt valmistajalla tehtävien loppu- tarkastusten ja laitospaikalla tehtävien kokeiden yhteydessä. TVO toimitti STUKille selvityksen automaatiojärjestelmien testauksesta sekä alustavat analyysit reaktori- ja turbiinilaitoksen automaatiojärjestelmien riippumattomuudesta. STUK totesi, että selvitykset ovat riittäviä turbiinilaitoksen automaatiojärjestelmien toimittamiseen laitospaikalle. Turvallisuuden kannalta merkittävien reaktorilaitoksen automaatiojärjestelmien osalta

tehdyt selvitykset kuitenkin vaativat tarkentamista. STUK edellytti lisäksi turbiinilaitoksen automaatiojärjestelmien asentamiseen ja ylläpitoon liittyvien menettelytapojen kuntoon saattamista ennen asennusten aloittamista.

STUK kohdisti rakentamisen aikaisen tarkastusohjelman tarkastukset sähkölaitteiden asennusten valvontaan sekä TVO:n projektin organisaatioon, resursseihin ja osaamisen kehittämiseen. Viimeksi mainitussa tarkastuksessa STUK edellytti TVO:lta

- asennusvalvonnan tehtävänkuvausten sisällyttämistä osaksi TVO:n yhteisiä menettelytapoja. Tehtävänkuvauksissa tulee esittää myös asennusvalvojien pätevyysvaatimukset
- esimiestyön ja sen käytäntöjen kehittämistä siten, että projektissa työskentelevillä henkilöillä on selkeä käsitys omasta työtehtävästään ja siinä edellytetyistä koulutuksista ja osaamisesta. Esimiesten tulee kyetä arvioimaan

työntekijän osaamisen tämänhetkinen taso ja määrittämään suunnitelmat tehtävässä edellytetyn osaamistason saavuttamiseksi

- automaatiotekniikan toimiston riittävien henkilöresurssien ja osaamistason varmistamista sekä automaatiotekniikan valvonnan painopistealueiden määrittämistä vuodelle 2011
- työmaan organisaatioihin kohdistaman valvonnan riittävyyden ja vaikuttavuuden arviointia TVO:ssa.

Sähkölaitteiden asennusvalvontaa koskevassa tarkastuksessa STUK edellytti, että

- TVO toimittaa luvanhaltijan sähkö- ja automaatioasennustarkastuksia koskevan ohjeen STUKille tiedoksi
- asennusvalvonnan riskienhallinnan toimivuus tulee arvioida ja konkreettiset riskit tunnistaa osana riskienhallinnan suunnitelman ja prosessikuvauksen päivitystä.

3 Ydinjätehuolto

3.1 Käytetyn ydinpolttoaineen loppusijoitus

Maanalaisen tutkimustilan (Onkalon) rakentamisen valvonta

Posiva jatkoi Olkiluodossa maanalaisen tutkimustilan rakentamista. Suunnitelmien mukaan Onkalo tulee toimimaan osana myöhemmin rakennettavaa loppusijoituslaitosta, joten tutkimustila rakennetaan ja sen rakentamista valvotaan ydinlaitosta koskevien vaatimusten mukaisesti. Loppusijoitus on suunniteltu toteutettavaksi syvyydelle 420 metriä ja Onkalon tekniset tilat syvyydelle 437 metriä.

Onkalon rakentaminen on jaettu viiteen louhintavaiheeseen, joista vuoden 2010 kolmannella neljänneksellä louhittiin viidettä vaihetta. STUK valvoi louhittavan kallion etukäteiskartoituksia ja -tutkimuksia, poraus-räjäytystekniikalla tehtävää ajotunnelin louhintaa, pystykuilujen nousuporausta, kallion tiivistämistä sementti-injektoinnilla sekä kallion lujittamista.

Tarkastukset työmaalla

STUK teki työmaalle tarkastuksia keskimäärin kaksi kertaa kuukaudessa. Tarkastuksilla valvottiin rakentamista, sen laatua ja etenemistä sekä kalliooperätutkimuksia. STUKin ja Posivan kesken pidettiin kerran kuukaudessa työmaan seuranta-kokouksia, joissa käsiteltiin Onkalon rakentamista ja valvontaan liittyviä turvallisuusasioita.

STUK valvoi Onkalon rakentamisen etenemistä vuoden kolmannella neljänneksellä seuraavasti:

- Tarkastelujaksolla Onkalon rakentaminen eteni hyväksytyllä tavalla. Ajotunnelia louhittiin pituussuunnassa 4330 metrin kohdalta alkaen 4420 metriin 422 metrin syvyydelle. Ajotunnelia tiivistettiin vesivuotojen tukkimiseksi kerran injektoimalla 4372 metrissä. Posiva teki

ajotunnelissa koeinjektoinnin, jolla selvitettiin loppusijoitustiloissa käytettävän uudentyyppisen injektointimateriaalin toimivuutta. Henkilökuilu 1:tä ympäröivän kallion injektointi valmistui 437 metrin syvyydelle. Tuloilmakuilu 1:n syventämistä 437 metrin syvyydelle valmistettiin injektoimalla kuilua ympäröivää kalliota syvyysvälillä 286–437 metriä.

- STUK teki yhden rakentamisen tarkastuksen ennen louhittujen tunneliseinien ruiskubetonointiluvan antamista. Tarkastuksella varmistettiin mm. kalliopintojen kartoitustietojen ja laserkeilausten riittävyys tunnelissa välillä 4210–4325 metriä ja tutkimustila ajotunnelin kohdalla 4219 metriä.
- Työmaakäynneillä valvottiin kallion lujittamiseksi tehtyä tunnelin systemaattista kalliopulvitusta, mikä eteni tunnelin perälle saakka eli 4420 metriin.
- Työmaan seurantakokouksissa käsiteltiin säännöllisesti Onkalon suunnittelun ja rakentamisen tilannetta sekä Onkalon tutkimustiloissa suoritettavia tutkimuksia, jotka liittyvät mm. kallion kestävyysloppusijoitusreiän pinnalla. Lisäksi seurantakokouksissa esiteltiin Onkalon koetunneleissa tehtävää kallion soveltuvuusluokitusjärjestelmän kehitystyötä.

STUKin valvomat Onkalon lämpö-, vesi- ja ilmastointi- sekä sähköjärjestelmien asennustyöt jatkuivat suunnitelman mukaisesti.

Onkalon rakentamisen tarkastusohjelmalla valvotaan Posivan rakentamisorganisaatiota ja sen toimintatapoja. STUK on suunnitellut vuodelle 2010 kahdeksan tarkastusohjelman tarkastusta, jotka keskittyvät mm. Onkalon suunnittelun, rakentamisen ja monitoroinnin hallintaan sekä turvallisuuteen liittyvien toimintojen laadunvarmistukseen. Vuoden kolmannella neljänneksellä ei tehty ohjelmaan kuuluvia tarkastuksia.

Rakentamisen asiakirja-aineistojen tarkastukset

STUK hyväksyi Onkalon alustavan turvallisuusselosteen päivityksen ilman huomautuksia. Lisäksi STUK tarkasti Posivan toimintajärjestelmän päivityksen, Onkalon kallioteknisten ja sähköteknisten suunnitelmien aineistoja, rakennusteknisiä arkkitehtisuunnitelmia ja lämpö-, vesi-, ilmastointi- ja automaatio suunnitelmia.

Loppusijoituslaitoksen turvallisuusaineistojen tarkastukset

Kauppa- ja teollisuusministeriö (KTM) edellytti vuonna 2003, että ydinjätehuoltovelvollisten joko erikseen, yhdessä tai Posivan välityksellä tulee toimittaa selvitys kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentamislupahakemuksen valmistelutilanteesta vuonna 2009. Posiva toimitti edellytetyt aineistot työ- ja elinkeinoministeriölle (TEM) samassa yhteydessä kuin se ja ydinjätehuoltovelvolliset toimittivat kolmivuotisen suunnitelman ydinjätehuollon tutkimus-, kehitys- ja suunnittelutyöstä (TKS). Lisäksi Posiva toimitti STUKille vuoden 2009 lopussa luonnokset vastaavista selvityksistä kuin rakentamislupahakemuksessa edellytetään.

STUK antoi TEM:lle vuoden kolmannella neljänneksellä lausunnot alustavasta hakemusaineistoista sekä kolmivuotisesta ydinjätehuollon TKS-ohjelmasta. Lausuntoa varten STUK teki tarkastuksen, jossa käsiteltiin rakentamisen laadunhallintaa, turva- ja valmiusjärjestelyjä, ydinmateriaalivalvonnan järjestämistä, suunniteltua rakentamisen laadunhallintaa, kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen suunnittelua sekä käytövaiheen ja loppusijoituksen pitkäaikaisen turvallisuuden osoittamiseksi laadittuja analyyskejä. Tarkastustyössä STUKin tukena oli kotimaisten asiantuntijoiden lisäksi ulkomaisia asiantuntijoita Sveitsistä, Ruotsista, Iso-Britanniasta, Saksasta ja USA:sta.

STUKin teki alustavasta hakemusaineistosta sekä TKS-suunnitelmasta seuraavat johtopäätökset:

- Posivan toimittama selvitys rakentamislupa-aineistosta kattaa pääosin ydinenergia-asetuksen ja valtioneuvoston asetuksen (736/2008) edellyttämät aineistot.
- Posivan TKS-suunnitelmassa esitetään kattavasti ja selkeästi käytetyn polttoaineen loppusijoitushankkeen tilanne sekä tutkimus- ja

kehityssuunnitelmat seuraavalle vuosille 2010–2012. Aiempiin suunnitelmiin verrattuna ohjelma kuvaa paremmin nykyisen tilanteen, selvitettävät turvallisuuskysymykset sekä suunnitelmat näiden ratkaisemiseksi.

- Posivalla on käynnissä alla mainittuja rakentamislupahakemuksen kannalta aikataulukriittisiä töitä, joiden käsittely ja tulosten yhteenveto rakentamislupahakemuksen jättämiseen mennessä edellyttää STUKin näkemyksen mukaan erityistä huomiota Posivalta:
 - STUKin vaatimusten mukaisten ja koko loppusijoitusjärjestelmää kuvaavien skenaarioiden muodostaminen ja näiden skenaarioiden mukainen radionuklidien vapautumisen ja kulkeutumisen analyysi.
 - Teknisten vapautumisestaiden ja erityisesti puskurin toimintakyvyn osoittamisen edellyttämä tutkimus-, kehitys- ja analyysityö.
 - Kallioperän luokitusjärjestelmän kehitystyö ja järjestelmän toimivuuden osoittaminen sekä loppusijoitustunnelien ja loppusijoitusreikien toteutuksen demonstrointi Onkalossa.
- Posivan TKS-työn tavoite on hankkia valmius käytetyn ydinpolttoaineen kapselointi- ja loppusijoituslaitoksen rakentamisluvan hakemiseen vuonna 2012. STUKin näkemyksen mukaan aikataulu tämän tavoitteen saavuttamiseen on tiukka. Osa TKS-työn pitkäaikaisista tutkimuksista tulee jatkumaan vuoden 2012 jälkeen. Näistä tutkimuksista saadaan todennäköisesti alustavia tuloksia ennen rakentamislupahakemuksen jättämistä, mutta lopulliset tulokset saadaan vasta vuoden 2012 jälkeen.

3.2 Voimalaitosjätehuolto

Loviisan voimalaitoksen kiinteytetyn voimalaitosjätteen loppusijoituslaitos

Loviisan voimalaitoksen matala- ja keskiaktiivisten jätteiden loppusijoituslaitokseen on rakennettu loppusijoitustila kiinteytetylle jätteelle. Tätä loppusijoitustilan osaa ei ole vielä otettu käyttöön. Fortum Power and Heat jatkoi loppusijoitustilan käyttöönottovalmisteluja vuoden 2010 kolmannella neljänneksellä. Kiinteytyslaitoksen käyttöönoton viivästymisen vuoksi loppusijoitustilan käyttöönotto ei ole ollut kiireellinen asia.

Voimalaitosjätteiden käsittelyn kehittäminen Loviisan voimalaitoksella

Loviisan voimalaitoksella on kehitetty voimalaitosjätteiden huoltoa ottamalla käyttöön keskitetyt tilat huoltojätteiden käsittelyä, aktiivisuusmäärittystä ja tilapäisvarastointia varten. Näihin tarkoituksiin muunnettiin Loviisa 1:n nykyisiä valvomattoman alueen kone- ja sähkökorjaamotiloja, joiden toiminnot puolestaan siirtyivät uuteen rakennukseen. Tilat ovat valmistuneet ja projekti on tältä osin päättynyt. STUK teki uusien tilojen käyttöönottotarkastuksen kesäkuun alussa. Tarkastuksessa havaittujen puutteiden korjaamisen, koekäyttöraporttien hyväksymisen ja asiakirjojen päivitystarpeen arvioinnin jälkeen tilat yhdistettiin valvonta-alueeseen. Uusia tiloja tullaan valvomaan jätehuollon käytön tarkastusohjelman yhteydessä tehtävässä vuosittaisessa tarkastuksessa. Projekti jatkuu vielä Loviisa 2:lla, jonne vapautuneisiin tiloihin tehdään mm. metalliromun käsittelytilat. Nämä tilat valmistuvat ja koko projekti päätetään vuoden 2011 alkupuolella.

Loviisan loppusijoitustilan käyttäminen voimalaitosjätteen välivarastointiin

Fortum Power and Heat toteuttaa voimalaitosjätteen loppusijoitustilan laajentamista. Tarkoitus on louhia uusi kolmas huoltojätteen loppusijoitustunneli suunniteltua aikaisemmin. Loppusijoitukseen kyseistä tilaa ei käytetä tässä vaiheessa, vaan tilassa lajitellaan ja varastoidaan jätettä väliaikaisesti odottamaan valvonnasta vapautusta. Fortum Power and Heat keskusteli TEM:n ja STUKin kanssa vaadittavasta luvituksesta, ja toimitti TEM:lle toimintasuunnitelman perusteluineen. TEM antoi Fortumille STUKia, Ympäristöministeriötä ja Uudenmaan ELY-keskusta kuultuaan lausunnon, jonka mukaan tilojen laajennus voidaan toteuttaa laitosmuutoksena, jonka STUK luvittaa. Ennen käyttöönottoa Fortumin on lisäksi haettava STUKilta toimintalupaa. Fortum toimitti kesäkuussa STUKille lupahakemuksen, joka sisälsi laitosmuutosturvauksen ja päivitykset alustavaan turvallisuusselosteeseen. Tilojen louhinta aloitettiin lokakuussa 2010. STUK hyväksyi päätöksellään syyskuussa 2010 VLJ-luolan laajennuksen huoltojätetunnelin 3 ja yhdystunnelin osalta.

Fortum, Loviisan voimalaitos

STUK tarkasti ydinenergia-asetuksen 90 §:ssä tarkoitettua ydinjätehuollon kustannuksiin varautumista koskevat asiakirjat ja antoi niistä lausunnot TEM:lle 27.9.2010. Lausunnossa STUK arvioi taloudellisen varautumisen perustana olevia teknisiä suunnitelmia ja kustannusarvioita ja totesi ne asianmukaisesti laadituiksi. Vuonna 2008 uudistuneen ydinenergia-asetuksen mukaisesti Fortum on arvioinut sen vastuumäärän vuoden 2010 lopussa olevan 943,7 miljoonaa euroa. Viranomaisvalvonnan kustannuksiin on varattu 44,8 miljoonaa euroa, josta Fortumin osuus on 19,6 miljoonaa euroa.

TVO, Olkiluodon voimalaitos

STUK tarkasti ydinenergia-asetuksen 90 §:ssä tarkoitettua ydinjätehuollon kustannuksiin varautumista koskevat asiakirjat ja antoi niistä lausunnot TEM:lle 27.9.2010. Lausunnossa STUK arvioi taloudellisen varautumisen perustana olevia teknisiä suunnitelmia ja kustannusarvioita ja totesi ne asianmukaisesti laadituiksi. Vuonna 2008 uudistuneen ydinenergia-asetuksen mukaisesti TVO on arvioinut sen vastuumäärän vuoden 2010 lopussa olevan 1179,1 miljoonaa euroa. Viranomaisvalvonnan kustannuksiin on varattu 44,8 miljoonaa euroa, josta TVO:n osuus on 26,3 miljoonaa euroa.

Käytöstä poistettujen välitulistimien vienti Olkiluodosta Ruotsiin

TVO vei toukokuussa voimalaitosalueelle varastoidut käytöstä poistetut välitulistimet käsiteltäviksi Studsvik Nuclear AB:lle Ruotsiin. Käsittelyssä radioaktiivinen aine erotettiin ja se palautetaan TVO:lle loppusijoitettavaksi Olkiluotoon. Jäljelle jäänyt metalli vapautetaan valvonnasta ja toimitetaan kierrätykseen. STUK hyväksyi TVO:n lupahakemukset radioaktiivisen jätteen palauttamiseksi Olkiluotoon syyskuussa 2010.

Olkiluodon käytetyn polttoaineen varaston laajennus

TVO aloitti vuoden kolmannella neljänneksellä kallion louhinnan käytetyn polttoaineen varaston laajennuksen osalta. STUK tarkasti TVO:n suunnitelmat, jotka koskivat rakentamisen edellyttämiä muutoksia nykyiseen käytetyn polttoaineen varastoon.

LIITE 1

YLEISTIEDOT SUOMEN YDINVOIMALAITOKSISTA



Kuva: Fortum Power and Heat Oy

Laitos-yksikkö	Käynnistys	Kaupallinen käyttö	Nimellissähköteho, (brutto/netto, MW)	Tyyppi, toimittaja
Loviisa 1	8.2.1977	9.5.1977	510/488	Painevesireaktori (PWR), Atomenergoexport
Loviisa 2	4.11.1980	5.1.1981	510/488	Painevesireaktori (PWR), Atomenergoexport



Kuva: Teollisuuden Voima Oyj

Laitos-yksikkö	Käynnistys	Kaupallinen käyttö	Nimellissähköteho, (brutto/netto, MW)	Tyyppi, toimittaja
Olkiluoto 1	2.9.1978	10.10.1979	910/880	Kiehutusvesireaktori (BWR), Asea Atom
Olkiluoto 2	18.2.1980	1.7.1982	890/860	Kiehutusvesireaktori (BWR), Asea Atom
Olkiluoto 3	Rakentamislupa myönnetty 17.2.2005		n. 1600 (netto)	Painevesireaktori (PWR), Areva NP

Fortum Power and Heat Oy omistaa Loviisassa sijaitsevat Loviisa 1 ja 2 -laitosyksiköt ja Teollisuuden Voima Oyj Eurajoen Olkiluodossa sijaitsevat Olkiluoto 1 ja 2 -laitosyksiköt sekä rakenteilla olevan Olkiluoto 3 -laitosyksikön.

Ydinlaitostapahtumien kansainvälinen vakavuusasteikko (INES)

www-news.iaea.org/news

